

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-095237  
 (43)Date of publication of application : 25.03.2004

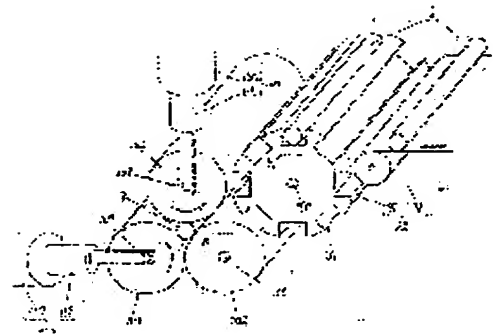
(51)Int.Cl. H05B 3/48  
 B28B 11/04

(21)Application number : 2002-252147 (71)Applicant : KYOCERA CORP  
 (22)Date of filing : 29.08.2002 (72)Inventor : HAMADA OSAMU

**(54) MANUFACTURING METHOD FOR CERAMIC HEATER****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method for a ceramic heater capable of surely bringing a ceramic sheet 2 into intimate contact with a ceramic axis 3 and quickly performing a further tightening operation, when further tightening after winding the ceramic sheet 2 with a high melting-point metal made from more than one kind of metal among W, Mo and Re screen-printed thereon as a thermal resistance element 4.

**SOLUTION:** In the method, after forming the resistance element 4 on one main face of an unbaked ceramic sheet, a ceramic coating layer covering the resistance element 4 is formed and wound around an outer periphery of the unbaked ceramic axis 3 with a face on which the coating layer is formed facing inward, and when integrally baking the whole, the ceramic sheet wound around the outer periphery of the ceramic axis 3 is brought into intimate contact with an outer peripheral surface of the ceramic axis 3 by rotating the ceramic sheet among three rollers.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 09.03.2005  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-95237

(P2004-95237A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>H05B 3/48  
B28B 11/04

F I

H05B 3/48  
B28B 11/04

テーマコード (参考)

3K092  
4G055

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-252147 (P2002-252147)  
(22) 出願日 平成14年8月29日 (2002. 8. 29)(71) 出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
(72) 発明者 濱田 修  
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内  
Fターム(参考) 3K092 PP15 PP16 PP20 QA01 QB02  
QB31 QB43 QB62 QB70 QB74  
QB76 QC02 QC20 QC25 QC54  
RA05 VV09 VV23  
4G055 AA08 AC05 AC09 BA35 BA40  
BA46

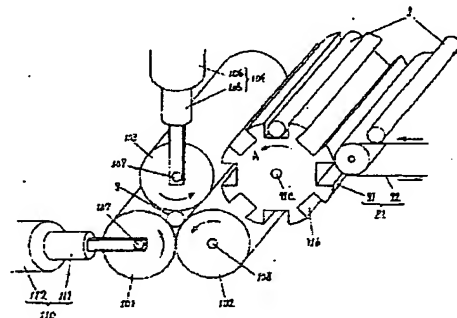
(54) 【発明の名称】 セラミックヒータの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】セラミックス軸にセラミックスシートを密着増し締めする際に、セラミックス軸とセラミックスシートとの間に隙間が生じたり、巻き付けられたセラミックスシートにねじれが生じたりして、セラミックス軸とセラミックスシートとが確実に密着しないおそれがあった。

【解決手段】未焼成のセラミックスシート的一方の主面に発熱抵抗体を形成した後、これを覆うセラミックス被覆層を形成し、該セラミックス層被覆が形成された面を内側にして、未焼成のセラミックス軸の外周に巻き付け、全体を一体焼成するにあたり、上記セラミックス軸の外周に巻きつけたセラミックスシートを、3本のローラ間で回転させることにより、セラミックス軸の外周面に密着させる。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

未焼成のセラミックスシート的一方の主面に発熱抵抗体を形成した後、これを覆うセラミックス被覆層を形成し、該セラミックス層被覆が形成された面を内側にして、未焼成のセラミックス軸の外周に巻き付け、全体を一体焼成するセラミックヒータの製造方法であって、上記セラミックス軸の外周に巻きつけたセラミックスシートを、3本のローラ間で回転させることにより、セラミックス軸の外周面に密着させることを特徴とするセラミックヒータの製造方法。

## 【請求項 2】

前記3本のローラは、ローラ軸が正三角形または、2等辺三角形に配置され、そのうち2つのローラはローラ軸が水平かつ同じ高さに配置され、各ローラが同一方向に回転することを特徴とする請求項1記載のセラミックヒータの製造方法。

## 【請求項 3】

前記ローラのうち少なくともひとつに、上記セラミックスシートを押圧する方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載のセラミックヒータの製造方法。

## 【請求項 4】

前記各ローラに、正逆回転機能を備えたことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のセラミックヒータの製造方法。

## 【請求項 5】

前記ローラのうち少なくともひとつに、回転開始時に回転速度が遅く、一定時間経過後に回転速度が速くなる回転速度可変機能を備えたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のセラミックヒータの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明はセラミックヒータの製造方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来より、各種センサの加熱、グローシステム、半導体の加熱、石油ファンヒータの点火などの用途で、セラミックヒータが広く使用されている。例えば、内燃機関の排気管中に装着されて排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサでは、特に低温時に酸素センサを良好に機能させるためにセンサの素子部を加熱する必要がある、その加熱用にセラミックヒータが使用されている。ここでまず、セラミックヒータの一般的な構造について説明する。

## 【0003】

図1に、従来使用されているロッド状のセラミックヒータの概略図を示す。該セラミックヒータは、発熱抵抗体4と該発熱抵抗体4を内蔵したセラミック体1からなり、該セラミック体1には、内部の発熱抵抗体4に電力を供給するための金属リード8が電極パッド7にろう付けされている。

## 【0004】

次に、図1および図2を用いてセラミックヒータの製造方法を説明する。まず、未焼成のセラミックス軸3と、W、Mo、Reの内1種以上の金属からなる高融点金属を発熱抵抗体4としてスクリーン印刷した未焼成のセラミックスシート2を用意する。該発熱抵抗体4には、W、Mo、Reの内1種以上の金属からなる電極引出部5が接続され、該電極引出部5はさらに、導体を充填したスルーホールによりセラミックスシート2の裏面に形成された電極パッド7に接続されている。

## 【0005】

そして該セラミックスシート2をセラミックス軸3の周囲に巻きつけて密着させたのち、1500～1650℃の還元雰囲気中で焼成することにより、セラミック体1を得る。上

記セラミックスシート2には、電極引出部5と金属リード線8とを接続するための電極部6が設けられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記工程にて未焼成のセラミックスシート2を未焼成のセラミックス軸3に巻き付ける際には、例えばセラミックス軸3が載置されたセラミックスシート2を置き、作業者の手作業により、セラミックス軸3を転がしてセラミックスシート2に巻き込むようにしていた。そのため、巻き付け作業後においても、W、Mo、Reの内1種以上の金属からなる高融点金属を発熱抵抗体4として、スクリーン印刷したセラミックスシート2とセラミックス軸3とを十分に密着できない場合があった。その場合には、以下の方法により増し締めを行って密着性を高めていた。

【0007】

セラミックス軸3に巻き付けられたセラミックスシート2を可撓性を有する2枚の平坦なゴム板の間に挟み、一方のゴム板を作業者が手で持って動かすことにより、セラミックス軸3に巻き付けられたセラミックスシート2を各ゴム板間で転がして増し締めを行う。

【0008】

しかし、上記の方法では、作業者のミスから、セラミックス軸3とセラミックスシート2との間に隙間が生じたり、巻き付けられたセラミックスシート2にねじれが生じたりして、セラミックス軸3とセラミックスシート2とが確実に密着しないおそれがあった。

【0009】

そこで、セラミックス軸3とセラミックスシート2とを確実に密着させるように細心の注意を払いながら増し締め作業を進めるとなると、増し締め作業に相当の時間を要することになり、製造TAT(Turn Around Time)が長くなるという問題があった。上記の問題を解決するための増し締め作業の方法が種々提案されている(特開2000-113964、特開2000-113965公報参照)。しかしながら、これらの増し締め方法では、セラミックス軸3とセラミックスシート2巻きつけられた状態での転がし回数が1ないし2回程度と少なく、セラミックス軸3とセラミックスシート2とが、依然確実に密着しないおそれがある。密着性をあげるためには、増し締め装置を数回取り付けなければならず、増し締め装置が、複雑・大型化する欠点があった。

【0010】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、W、Mo、Reの内1種以上の金属からなる高融点金属を発熱抵抗体4として、スクリーン印刷したセラミックスシート2をセラミックス軸3に巻き付けた後に増し締めを行う際に、セラミックスシート2とセラミックス軸3とを確実に密着させると共に、増し締め作業を速やかに行うことが可能なセラミックヒータの製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明のセラミックヒータの製造方法は、未焼成のセラミックスシート2の一方の主面に発熱抵抗体を形成した後、これを覆うセラミックス被覆層を形成し、該セラミックス層被覆が形成された面を内側にして、未焼成のセラミックス軸3の外周に巻き付け、全体を一体焼成するセラミックヒータの製造方法であって、上記セラミックス軸3の外周に巻きつけたセラミックスシート2を、3本のローラ間で回転させることにより、セラミックス軸3の外周面に密着させることを特徴とする。

【0012】

また、本発明においては、前記3本のローラは、ローラ軸が正三角形または、2等辺三角形に配置され、そのうち2つのローラはローラ軸が水平かつ同じ高さに配置され、各ローラが同一方向に回転することを特徴とする。その結果、当該セラミックスシート2がセラミックス軸3の外周に強固に巻きつけられ、セラミックスペーストの塗布面全面がセラミックス軸3の外周面に確実に密着される。

【0013】

また、本発明のセラミックヒータの製造方法は、前記ローラのうち少なくともひとつに、上記セラミックスシートを押圧する方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えたことを特徴とする。これにより、セラミックス軸にセラミックスシートを密着したセラミックス成形体を連続的に加圧しながら回転させて増し締めすることができるので、密着性を向上させることができる。

【0014】

また、本発明のセラミックヒータの製造方法は、前記各ローラに、正逆回転機能を備えることを特徴とする。これにより、セラミックスシートの全面がセラミックス軸の外周面に確実に密着される。

【0015】

また、本発明のセラミックヒータの製造方法は、前記ローラのうち少なくともひとつに、回転開始時に回転速度が遅く、一定時間経過後に回転速度が速くなる回転速度可変機能を備えることを特徴とする。これにより、増し締めの効果が向上し、セラミックスシートの全面がセラミックス軸の外周面に確実に密着されるようになる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面と共に説明する。図1は、本実施形態により作製されたセラミックヒータ1を示す概略構成図であり、図2は、本実施形態により作製されたセラミックヒータ1の展開斜視図である。

【0017】

発熱パターンは、発熱抵抗体4、電極引出部5、電極部6から構成されている。発熱抵抗体4は、セラミックヒータ1の先端側に配置され、セラミックヒータ1の長手方向に対して垂直方向に複数回蛇行するように形成されている。尚、発熱抵抗体4の形状および寸法は、セラミックヒータ1の使用目的に応じて、加熱対象に合わせて設定されている。また、電極部6はセラミックヒータ1の後端側に配置されている。そして、電極部6は電極引出部5を介して発熱抵抗体4の両端部とそれぞれ接続されている。

【0018】

セラミックヒータ1の表面側には、電極部6と対応する位置に電極パッド7が設けられている。そして、電極パッド7は、セラミックスシート2に形成されたスルーホールを介して、電極部6とそれぞれ接続されている。そのため、電極パッド7に電圧を印加すると、電極パッド7から各スルーホールおよび電極部6、および電極引出部5を介して発熱抵抗体4に通電がなされ、発熱抵抗体4が発熱する。

【0019】

次に、本発明のセラミックヒータ1の製造方法について説明する。

【0020】

本発明のセラミックヒータの製造方法は、セラミックス原料粉末に溶剤および結合材を添加した後にシート状に形成したセラミックスシート2の一方の主面に発熱抵抗体4を形成した後、これを覆うようにセラミックス被覆層10を塗布し、該セラミックス被覆層10が塗布された面を内側にして未焼成のセラミックス軸3の外周に巻きつけ、全体を一体焼成することにより得られる。そして、上記セラミックス軸3の外周に巻きつけたセラミックスシート2を、3本のローラ間で回転させることにより、セラミックス軸の外周に密着させることを特徴とする。

【0021】

従来セラミックス軸3に対してセラミックスシート2を密着させる方法として、セラミックス軸3に巻き付けられたセラミックスシート2を、可撓性を有する2枚の平坦なゴム板の間に挟み、一方のゴム板を作業者が手で持って動かすことにより、セラミックス軸3に巻き付けられたセラミックスシート2を各ゴム板間で転がして密着させていたが、作業者のミスから、セラミックス軸3とセラミックスシート2との間に隙間が生じたり、巻き付けられたセラミックスシート2にねじれが生じたりして、セラミックス軸3とセラミックスシート2とが確実に密着しないおそれがあった。

10

20

30

40

50

## 【0022】

これに対し本発明においては、図3に示すように、当該セラミックスシート2の外周面が3本のローラの外周面に当接するため、例えば、ひとつの第2ローラ102に駆動回転機能を持たせることにより第2ローラ102の回転によりセラミックス軸3にセラミックスシート2が巻きつけられたセラミックス成形体9、および、第1ローラ101、第3ローラ103が同時に回転することにより、各ローラからセラミックスシート2に対して、各ローラの回転方向とは反対方向に回転させる力が加えられる。そのため、当該セラミックス成形体9は、各増し締めローラの外周面から押圧されて当該外周面と摺動しながら回転し、その結果、当該セラミックスシート2がセラミックス軸3の外周に強固に巻き付けられ、セラミックス被覆の塗布面全面がセラミックス軸3の外周面に確実に密着される。その密着後、密着されたセラミックス成形体9は、第1ローラ101、第2ローラ102が開くことにより落下する。 10

## 【0023】

このように、本発明によれば、手作業によらずに密着作業を行うため密着作業の均一化を図ることが可能であり、各ローラの間に当該セラミックス成形体9を順次供給するだけで自動的に密着が行われ、密着を終えた当該セラミックス成形体9は各ローラの間から落下するため、密着作業に要する時間を短くして製造TATを短縮することができる。

## 【0024】

また、前記第1ローラ101および第2ローラ102のローラ軸107、108は共に水平かつ同じ高さに配置することが好ましい。また、各ローラのローラ軸107、108、109は2等辺三角形または正三角形に配置することが好ましい。さらに、前記第1ローラ101および第3ローラ103は各ローラ軸の方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えるようにすることもできる。 20

## 【0025】

従って、本発明によれば、当該セラミックス成形体9に対して各ローラの外周面からの押圧力を確実に付与することが可能になるため、セラミックス成形体9を各ローラの外周面と摺動させながらスムーズに回転させることができる。

## 【0026】

また、前記各ローラの少なくとも外周面がそれぞれ可撓性を有する材料からなり、前記セラミックス成形体9を各ローラの間を通す際に、前記セラミックス成形体9の形状に対応して前記第1～第3ローラ101、102、103の外周面が変形するようにしてもよい。 30

## 【0027】

従って、本発明によれば、各ローラの回転に伴って各ローラの外周面がセラミックス成形体9の形状に対応して変形するため、密着されたセラミックスシート2を周回密着させたセラミックス軸3に過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、セラミックス成形体9をスムーズに回転させることが可能になる。

## 【0028】

また、前記第2ローラ102は正逆回転機能を備えることもでき、これによってセラミックス成形体9が正逆回転されることによりセラミックスペーストの塗布面全面がセラミックス軸3の外周面に確実に密着されて、セラミックス成形体9の増し締めが行われる。 40

## 【0029】

また、前記第2ローラ102は回転開始時、回転速度が遅く一定時間経過後、回転速度が速くなる回転速度可変機能を備えることもできる。この結果、回転開始時、ローラがゆっくり回転することにより、セラミックス成形体9がローラの表面になじみながら回転し、その後回転速度が速くなることにより、特にセラミックス成形体9に周回されたセラミックスシート2の端部に作用し、セラミックスシート2がセラミックス軸3の外周面に確実に密着されるようになる。

## 【0030】

上記各ローラの材質については、その芯部分は、S45C等の炭素鋼やステンレス等各種 50

の一般的な鋼材を使用することが可能であり、その表面にポリブタジエンゴム、ポリスチレンゴム、ポリイソブレンゴム、スチレン-イソブレンゴム、スチレン-ブチレンゴム、エチレン-プロピレンゴム、スチレン-ブタジエンゴム、フッ素ゴム等のゴム弾性を有する弾性材料を被覆したものを使用することができる。該弾性材料の厚みは、0.5～20 mmとすることが好ましい。弾性材料の厚みが0.5 mm以下では、セラミックス成形体9の変形を吸収できず、良好な密着・増し締め作業ができなくなる。

#### 【0031】

また、ローラの外径は、密着するセラミックス成形体9の外径に対して、1～5倍程度とすることが好ましい。ローラの外径がセラミックス成形体9の外径に対して1倍以下では、セラミックス成形体9に対する締めつけ応力が小さくなる。また、ローラの外径がセラミックス成形体の外径に対して5倍以上になると、締めつけ応力は大きくなるが作業性が悪くなる。

#### 【0032】

また、ローラの全長は、セラミックス成形体9の長さの1.2倍以上の長さとするのが好ましい。ローラの全長が1.2倍より小さいと、ローラに対するセラミックス成形体9の設置位置のバラツキによりうまく密着・増し締めすることができなくなる場合がある。ローラの全長の上限を決める技術的な根拠はないが、作業性を考えると1.2～5倍程度とすることが好ましい。

#### 【0033】

また、ローラの表面の表面粗さは、セラミックス成形体9の表面に傷を形成しないようにする必要はあるが、鏡面仕上げの必要はない。鏡面仕上げすると、セラミックス成形体9の表面がローラの表面で滑って、増し締めの効果が期待できなくなるからである。

#### 【0034】

また、ローラの回転数は、20～300 rpm程度とすることが好ましい。ローラをゆっくり回転させて、セラミックス成形体9の表面をローラの表面になじませながら増し締めすることが好ましい。

#### 【0035】

次に、セラミックスシート2の製造方法について説明する。まず、 $Al_2O_3$ を主成分として、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $CaO$ 、 $MgO$ 、 $ZrO_2$ を適宜混合したセラミック粉末を準備し、さらに、有機バインダー、有機溶剤を適宜混合してスラリーとし、これをドクターブレード法でシート状に成形する。このセラミックスシート2を適当な大きさに切断し、表面に発熱抵抗体4および電極引出部5、電極部6を、さらにその裏面に電極パッド7を、Wを主成分とするペーストを用いてプリント印刷し、さらに前記電極部6と電極パッド7を導通させるため、スルーホール加工後、導通の為にWを主成分とするインクを充填する。このスルーホールにより電極パッド7が電極部6と接続される。このセラミックスシート2を適当な大きさに切断した後、前記セラミックス軸3に密着させ、還元雰囲気中1500～1650℃の温度で焼成して棒状のセラミックヒータ1を得る。

#### 【0036】

また、セラミックス原料粉末の主材料としては、高温高強度セラミックスであればどのようなもの（例えば、ムライトやスピネル等のアルミナ類似のセラミックスなど）を用いてもよい。そして、焼成促進剤としては、 $SiO_2$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 以外に酸化ホウ素（ $B_2O_3$ ）を配合してもよく、焼成過程において酸化物、ひいては所定の網目構造となりえるもの、例えば、炭酸塩などの各種塩や水酸化物として配合してもよい。

#### 【0037】

まず、セラミックスシート2の表面に、厚さ10～30  $\mu m$ のW、Mo、Reの内1種以上の金属からなる高融点金属ペーストから成る複数組の発熱抵抗体4、及び引出し部5、電極部6をスクリーン印刷法等を用いて形成する。このとき、各発熱抵抗体4、および電極引出部5、電極部6がセラミックスシート2の長手方向に配置されるようにする。

#### 【0038】

次に、セラミックスシート2の裏面において、表面側に形成された電極部6に対向する位

置に、厚さ10～30 $\mu$ mの高融点金属ペーストから成る電極パッド7を、スクリーン印刷法等の手法を用いて形成する。

【0039】

続いて、電極部6と電極パッド7とを導通するためのスルーホールをセラミックスシート2に開口し、当該スルーホール内に高融点金属ペーストを充填してスルーホールを形成する。尚、高融点金属ペーストとしては、主にタングステン(W)やモリブデン(Mo)およびレニウム(Re)を用いる。なお、悪影響を与えない限りにおいて、セラミックスシート2と同材料の酸化物等が発熱抵抗体4の材料中に若干混在していてもよい。

【0040】

また、発熱抵抗体4および、電極引出部5、電極部6、電極パッド7と成る導電性膜は、10  
ペースト印刷法以外の適宜な方法(化学メッキ法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法、PVD(Physical Vapor Deposition)法など)を用いて形成してもよい。

【0041】

セラミックス原料粉末からセラミックス軸3を作製する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてメチルセルロース1%、マイクロクリスタリンワックス(商品名)15%、水10%を添加して混練する。そして、押出成形法で円筒状に成形し、所定寸法に切断後、1000～1250℃で仮焼することにより、セラミックス軸3を作製する。

【0042】

次に、セラミックスシート2にセラミックス被覆が塗布された面の上に、セラミックス軸3を載置する。このとき、セラミックスシート2の長手方向に対して平行な所定位置にセラミックス軸3が配置されるように、セラミックスシート2に対してセラミックス軸3を1本ずつ載置する。 20

【0043】

そして、セラミックスシート2をセラミックス軸3の外周に巻き付ける。その巻付方法にはどのような方法を用いてもよいが、例えば、スポンジシートの上にセラミックス軸3が載置されたセラミックスシート2を置き、作業者の手作業により、セラミックス軸3を手のひらで転がしてセラミックスシート2をセラミックス軸3に巻き付ければ良い。

【0044】

次に、セラミックス軸3にセラミックスシート2を巻きつけたセラミックス成形体9を搬送装置82へ供給する。図3はローラ装置の構造を説明するための概略構成図である。増し締めローラ装置は、搬送装置82、第1～3の3本のローラから構成されている。搬送装置は、搬送ローラ91およびベルトコンベア92から構成されている。 30

【0045】

ローラ装置は第1のローラ101、第2のローラ102、第3のローラ103および付勢装置104、110から構成されている。付勢手段としての付勢装置104、110は、伸縮ロッド105、111および空圧シリンダ106、112から構成されている。伸縮ロッド105、111の先端には軸受109、107が設けられ、伸縮ロッド105、111の後端は空圧シリンダ106、112に嵌挿されて伸縮されるようになっている。 40

【0046】

円柱形の第1～第3ローラ101、102、103は可撓性および導電性を有する材質(例えば、カーボンなどの導体が分散されたニトリルゴム材など)によって形成され、各第1～第3ローラ101、102、103の幅はセラミックスシート2の長さ以上に設定されている。

【0047】

第1ローラ101、第2ローラ102の各ローラ軸107、108はそれぞれ同じ高さで水平かつ平行に配置され、第3ローラ103のローラ軸109は各3本のローラ軸107～109が正三角形または二等辺三角形となるように配置されている。

【0048】



第2ローラ102のローラ軸108は正逆回転可能に枢支され、そのローラ軸108の位置は固定されている。

【0049】

第1ローラ101のローラ軸107は、伸縮ロッド110の先端の軸受111に嵌挿されて回転可能に枢支されている。そして、伸縮ロッド110の伸張により、ローラ軸107はローラ軸108の方向（図4の矢印A方向）に一定の付勢力が付与されて付勢される。加えて第3ローラ103のローラ軸109は伸縮ロッド105の伸張により、ローラ軸109はローラ軸107およびローラ軸108の中心点の方向（図4の矢印B方向）に一定の付勢力が付与されて付勢される。また、第2ローラ102の回動装置（図示略）により、ローラ軸108を中心として、第1のローラ101、第2のローラ102、第3のローラ103は同一方向（図4の矢印C方向）に回動されるようになっている。

【0050】

加えて、金属製の各ローラ軸107、108はそれぞれ回動装置を介してアースされている。尚、後述するように、伸縮ロッド110から第2ローラ102のローラ軸108に付与される付勢力と、伸縮ロッド105の伸張により、ローラ軸109はローラ軸107およびローラ軸108の中心点の方向（矢印B方向）に一定の付勢力が付与されて付勢される。このとき付与される付勢力は最適値に設定されている。また、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の直径、硬度、回転速度はそれぞれ最適値に設定されている。

【0051】

このように構成されたローラ装置を用いてセラミックス軸3にセラミックスシート2を巻き付けたセラミックス成形体9を増し締めする動作について、図4～図5を参照しながら説明する。

【0052】

図4に示すように、セラミックス軸3にセラミックスシート2を仮密着したセラミックス成形体9は、ベルトコンベア92上を搬送されて搬送ローラ91の外周面まで送られ、搬送ローラ91の外周面の溝91bに嵌合されることにより、ベルトコンベア92から搬送ローラ91に移送される。そして、溝91bに嵌合された前記セラミックス成形体9は、搬送ローラ91の回動により溝91bに嵌合されたまま搬送ローラ91の外周面上を搬送され、ローラ装置83のローラ102の上方まで送られる。その後、搬送ローラ91がさらに回動すると、前記セラミックス成形体9と溝91bとの嵌合が解除され、前記セラミックス成形体9は溝91bから脱落して第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の間に落下する。このようにして、セラミックス成形体9は搬送ローラ91から増し締め用のローラ装置83に供給される。

【0053】

ここで、溝91bの幅および深さは、セラミックス成形体9の直径に対応して最適に設定しておく。これにより、ベルトコンベア92から搬送ローラ91に前記セラミックス成形体9を確実に移送できると共に、搬送ローラ91の回動中に溝91bからセラミックス成形体9が脱落するのを防止できる。

【0054】

次に、図2に示すように、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の間に落下したセラミックス成形体9は、第1ローラ101、第2ローラ102の外周面に当接する。ここで、第3ローラ103のローラ軸109は、付勢装置104の伸縮ロッド105により、ローラ軸109はローラ軸107およびローラ軸108の中心点の方向（矢印B方向）に一定の付勢力が付与されて付勢される。そして、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103は同一方向（矢印C方向）に回動している。第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の回動に伴い、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103からセラミックス成形体9に対して、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の回動方向（矢印B方向）とは反対方向（矢印D方向）に回動させる力が加えられる。

## 【0055】

そして、図3に示すように、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の回転に伴い、セラミックス成形体9は、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の外周面から押圧されて当該外周面と摺動しながら矢印D方向に回転し、その結果、セラミックスシート2がセラミックス軸3の外周に強固に巻き付けられ、セラミックス被覆3aの塗布面全面がセラミックス軸3の外周面に確実に密着されて、セラミックスシート2の増し締めが行われる。その後、セラミックス成形体9は、最適時間（最適回転数）回転した後、第1ローラ101、第3ローラ103の付勢装置110、104の伸張ロッド111、105の伸張により増し締め装置から落下する。

## 【0056】

ここで、セラミックスシート2の厚みとセラミックス軸3の直径とに合わせて（すなわち、セラミックスシート2の直径に合わせて）、各伸縮ロッド111、105から第2ローラ102、および第1ローラ101と第2ローラ102のローラ軸107、108に付与される付勢力と、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の直径、硬度、回転速度とを、それぞれ実験によって求められた最適値に設定しておく。これにより、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の回転に伴って、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103外周面がセラミックス成形体9の形状に対応して変形し、セラミックス成形体9のセラミックスシート2に過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、セラミックス成形体9をスムーズに回転させることが可能になる。

## 【0057】

尚、増し締めローラ装置83において、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103の直径、硬度を同じに設定する必要はなく、そして、第1ローラ101、第2ローラ102、第3ローラ103を導電性を有する材質によって形成すると共に金属製のローラ軸107、108、109を介してアースしておくことにより、各ローラとセラミックスシート2とが擦れ合うことによって生じる静電気を除去し、当該静電気により各増し締めローラにセラミックスシート2が付着するのを防止することが可能になる。

## 【0058】

従って、セラミックス被覆10の塗布面全面をセラミックス軸3の外周面に確実に密着させ、セラミックスシート2の増し締めを行うことができる。そして、このようにして準備したセラミックス成形体9をベルトコンベア92上に順次載置することにより、当該セラミックス成形体9は、搬送装置82→増し締めローラ装置83へと順次自動的に供給されてゆく。ここで、搬送ローラ91の外周面における溝91bの間隔や回転速度を調整することにより、単位時間あたりに搬送装置82から増し締めローラ装置83へ供給されるセラミックス成形体9の個数を調節することができる。

## 【0059】

従って、増し締め用のローラ装置83において第1～第3ローラ101、102、103の間を通り抜けるのに要する時間（すなわち、ローラ装置83にて増し締めを行う時間）に合わせて搬送ローラ91の外周面における溝91bの間隔と回転速度を調整することにより、ローラ装置83にて増し締め中にセラミックス成形体9が詰まるのを防ぐことができる。

## 【0060】

このようにして準備したセラミックス成形体9を、還元雰囲気中1500～1600℃の温度で一体焼成して棒状のセラミックスヒータを得る。

## 【0061】

その後、電極パッド7の表面に防錆性を高めるためのメッキ処理（例えば、ニッケルメッキなど）を施してメッキ層（図示略）を形成し、そのメッキ層に電源から引き出されたりード線（図示略）をコウ付けにて接続する。また、焼成方法としては、ホットプレス（HP）焼成や等方静水圧加圧（HIP）焼成、雰囲気加圧焼成、常圧焼成、反応焼成などを用いればよく、その焼成温度は1500～1600℃の範囲から選択するのが適当である

。また、焼成時の雰囲気は、水素などの還元雰囲気以外にも、不活性ガス雰囲気（例えば、アルゴン（Ar）、窒素（N<sub>2</sub>）など）としてもよい。

【0062】

このように作製されたセラミックヒータ1は、特に高温下で長時間使用される内燃機関の空燃比制御用の酸素センサを加熱するためのヒータとして好適である。この場合、セラミックヒータ1は、試験管型固体電解質酸素センサ素子の内部に挿入してもよく、酸素センサ素子に付設してもよい。以上詳述したように、本実施形態によれば、工程8にてセラミックス被覆を介したセラミックスシート2とセラミックス軸3との密着性を高めるための増し締めを行う際に、ローラ装置83を用いるため、セラミックスシート2とセラミックス軸3とを確実に密着させることができる。そして、手作業によらずに増し締め作業を行うため、増し締め作業の均一化を図ることができる。加えて、ローラ装置83において、搬送装置82からセラミックス成形体9が自動的に連続して供給される。増し締め作業に要する時間を短くすることが可能になり、多量のセラミックヒータ1を製造する際には特に製造TATを短縮することができる。

【0063】

尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように変更してもよく、その場合でも、上記実施形態と同様の作用および効果を得ることができる。

【0064】

(1) 第1～第3ローラ101、102、103の外周面に帯電防止剤を供給するようにしてもよい。例えば、帯電防止剤として石鹼水を用いる場合には、一定個数のセラミックス成形体9の増し締めを行った後に、第1～第3ローラ101、102、103の外周面を石鹼水にて拭くようにする。このようにすれば、第1～第3ローラ101、102、103とセラミックス成形体9とが擦れ合うことによって生じる静電気をより確実に除去することが可能になる。尚、帯電防止剤を用いることで静電気を十分に除去可能な場合には、第1～第3ローラ101、102、103の材質に導電性を有する材質を用いる必要はない。

【0065】

(2) 上記実施形態において正逆回転させる増し締めローラ装置83を設けたのは、より確実な増し締めを行うためである。従って、片回転方向のみで十分な増し締めが可能な場合は、逆回転を省いてもよい。

【0066】

【発明の効果】

本発明によれば、未焼成のセラミックスシート的一方の主面に発熱抵抗体を形成した後、これを覆うセラミックス被覆層を形成し、該セラミックス層被覆が形成された面を内側にして、未焼成のセラミックス軸の外周に巻き付け、全体を一体焼成するセラミックヒータの製造方法であって、上記セラミックス軸の外周に巻きつけたセラミックスシートを、3本のローラ間で回転させてセラミックス軸の外周面に密着させることにより、セラミックス軸とセラミックスシートとの間に隙間が生じたり、巻き付けられたセラミックスシートにねじれが発生するのを防止し、セラミックス軸とセラミックスシートとが確実に密着させる効果が得られる。

【0067】

また、前記3本のローラは、ローラ軸が正三角形状または、2等辺三角形状に配置され、そのうち2つのローラはローラ軸が水平かつ同じ高さに配置され、各ローラが同一方向に回転するように調整することによって、セラミックス軸にセラミックスシートを密着したセラミックス成形体を安定して増し締め作業することができる。

【0068】

また、前記ローラのうち少なくともひとつに、上記セラミックスシートを押圧する方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えたり、前記各ローラに、正逆回転機能を備えたり、前記ローラのうち少なくともひとつに、回転開始時に回転速度が遅く、一定時間経過後に回転速度が速くなる回転速度可変機能を備えたりすることにより、作業を自動化するこ

とが可能となるので、増し締め作業の均一化を図ることが可能となり、増し締め作業に要する時間を短くすることができ、多量のセラミックヒータを製造する際には特に製造TATを短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法によって得られるセラミックヒータの概略構成図である。

【図2】本発明の製造方法によって得られるセラミックヒータの展開斜視図である。

【図3】本発明のセラミックヒータの製造方法におけるローラ装置の斜視図である。

【図4】本発明のセラミックヒータの製造方法におけるローラ装置の動作を説明するための説明図である。

【図5】本発明のセラミックヒータの製造方法におけるローラ装置の動作を説明するため 10  
の説明図である。

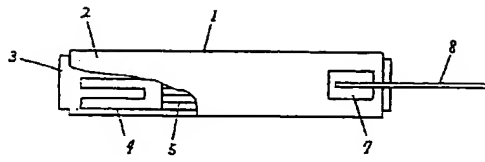
【符号の説明】

- 1 セラミックヒータ
- 2 セラミックスシート
- 3 セラミックス軸
- 4 発熱抵抗体
- 5 電極引出部
- 6 電極部
- 7 電極パッド
- 8 リード部材
- 9 セラミックス成形体
- 10 セラミックス被覆層
- 83a, 83b ローラ群
- 101 第1のローラ
- 102 第2のローラ
- 103 第3のローラ
- 104 付勢手段
- 105 伸縮ロッド
- 106 空圧シリンダ
- 107、108、109 ローラ軸

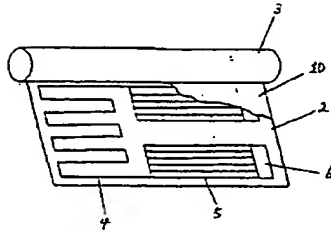
20

30

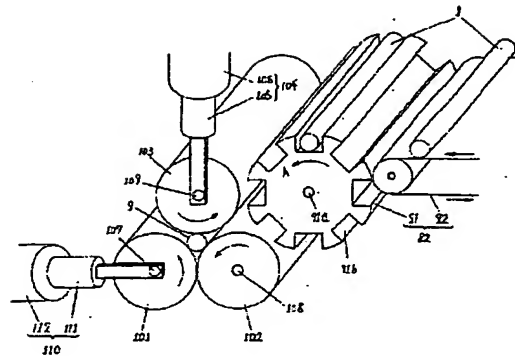
【図 1】



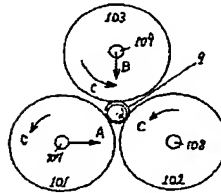
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

